

1.2. СХЕМАТИЗАЦИЯ ВНЕШНИХ СИЛ И НАГРУЗОК. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СТЕРЖНЯ

Внешние силы возникают в результате взаимодействия *разных* тел. Стержень в качестве элемента конструкции может воспринимать внешние силы как непосредственно (в виде нагрузки), так и в виде опорных реакций. По способу приложения различают объемные и поверхностные внешние силы.

Объемными называются силы, распределенные по всему объему тела стержня (силы тяжести и силы инерции).

Поверхностными называются силы, распределенные по всей поверхности или по части поверхности стержня. Различают пять типов поверхностных сил. Это силы, распределенные по площади, по длине и сосредоточенные, а также сосредоточенные (в поперечном сечении) и распределенные (по длине) моменты.

В технической теории СМ реальный стержень заменяют *расчетной схемой*, которой называют ось стержня с перенесенными на нее внешними силами (нагрузками и опорными реакциями).

Если поверхность передачи нагрузки мала (по сравнению с размерами стержня), условно считают эту нагрузку *сосредоточенной* в одной точке. На расчетных схемах эту точку приложения силы переносят с поверхности на ось стержня. Единицы измерения силы – ньютон (Н), килоньютон (кН), меганьютон (МН) и др.

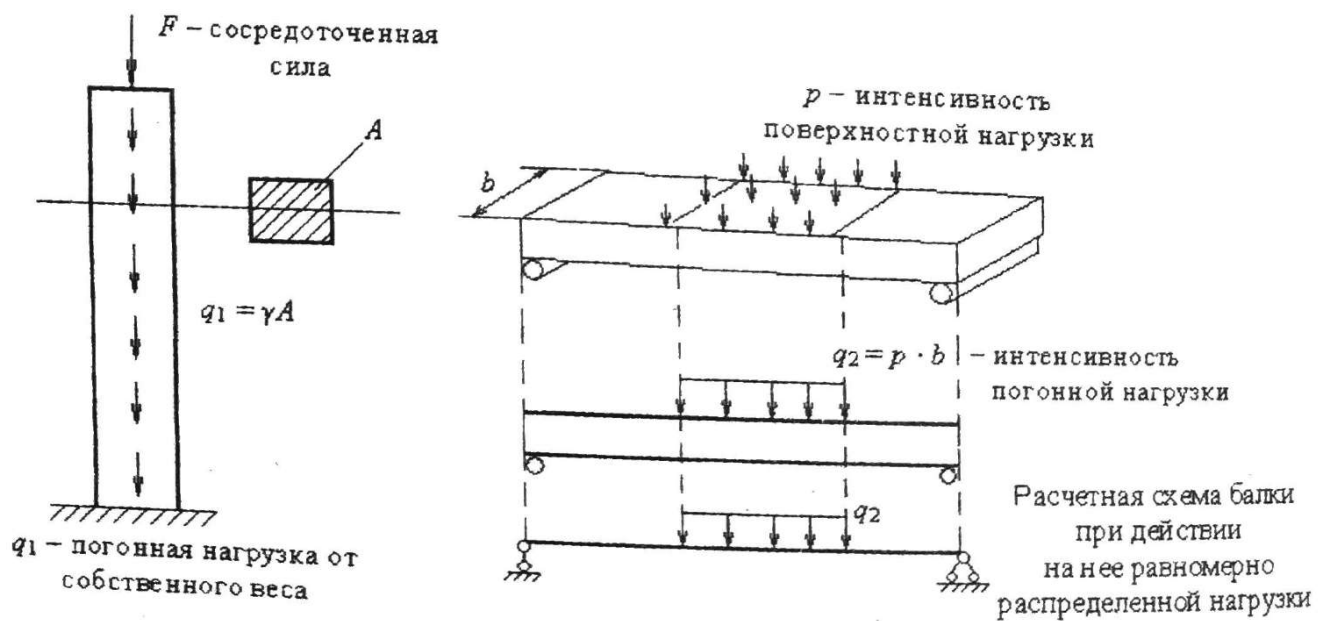


Рис. 1.2

Силы, *распределенные по линии*, характеризуются интенсивностью погонной нагрузки q , то есть величиной силы, приходящейся на единицу длины стержня. Единицы измерения – ньютон на метр (Н/м) или другие кратные единицы (кН/м, МН/м и т.д.). Часто погонная нагрузка – это ре-

зультат приведения распределенной нагрузки по объему или площади. Например, умножая вес единицы объема γ на площадь сечения A , можно получить погонную нагрузку $q_1 = \gamma A$, а умножая интенсивность поверхностной нагрузки p (Н/м^2) на ширину сечения b , - погонную нагрузку $q_2 = pb$ (рис. 1.2).

Сосредоточенные моменты внешних сил (рис. 1.3.) можно представить в виде пары сил (M_1, M_4 и M_5) и другими способами изображения (M_2, M_3 и M_6). Понятие сосредоточенности свидетельствует о привязке действия момента к конкретному сечению. На расчетной схеме указывается как место приложения, так и направление момента. Единицы измерения - ньютон - метр ($\text{Н} \cdot \text{м}$), килоньютон - метр ($\text{кН} \cdot \text{м}$), меганьютон - метр ($\text{МН} \cdot \text{м}$) и т.п.

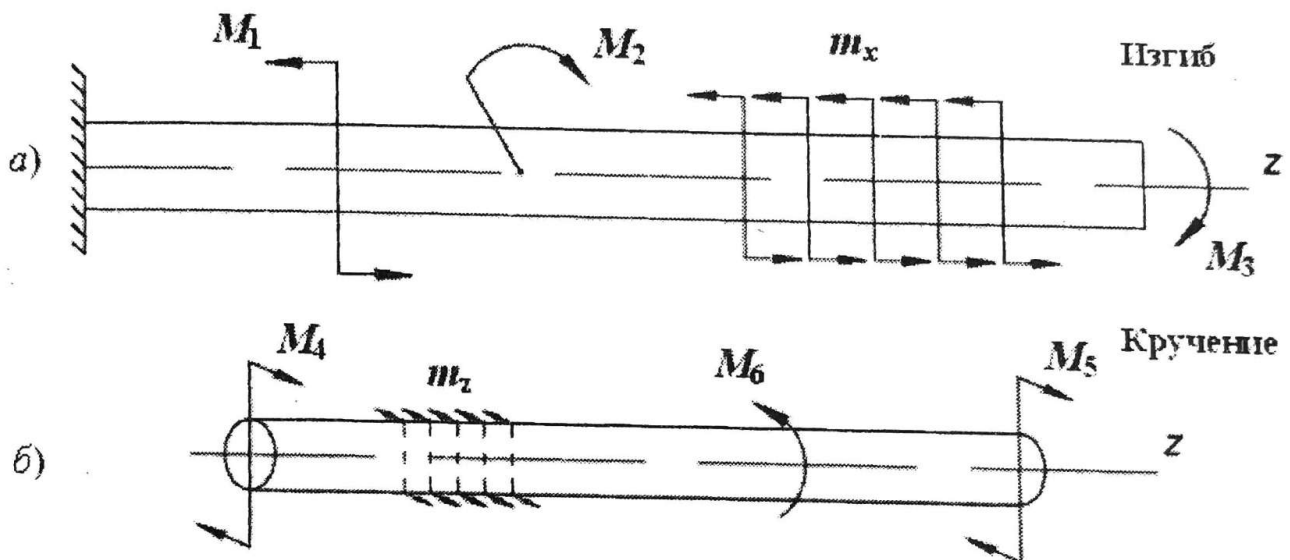


Рис. 1.3

Моменты внешних сил, распределенные по длине стержня, характеризуются интенсивностью m моментной распределенной (погонной) нагрузки, определяемой величиной момента, приходящегося на единицу длины стержня. Единицы измерения m - ньютон - метр, деленный на метр ($\text{Н} \cdot \text{м/м}$), меганьютон - метр, деленный на метр ($\text{МН} \cdot \text{м/м}$) и т. п.

Распределенную по длине (погонную) нагрузку в расчетах заменяют равнодействующей.

Если на длине l распределенная нагрузка постоянна, ее равнодействующая равна произведению интенсивности данной нагрузки (q, m_z, m_x) на длину l (рис. 1.4, а).

Если интенсивность погонной нагрузки на участке стержня переменна (рис. 1.4, б), ее равнодействующая вычисляется с помощью интеграла:

$$R_q = \int_0^L q_z dz. \quad (1.1)$$

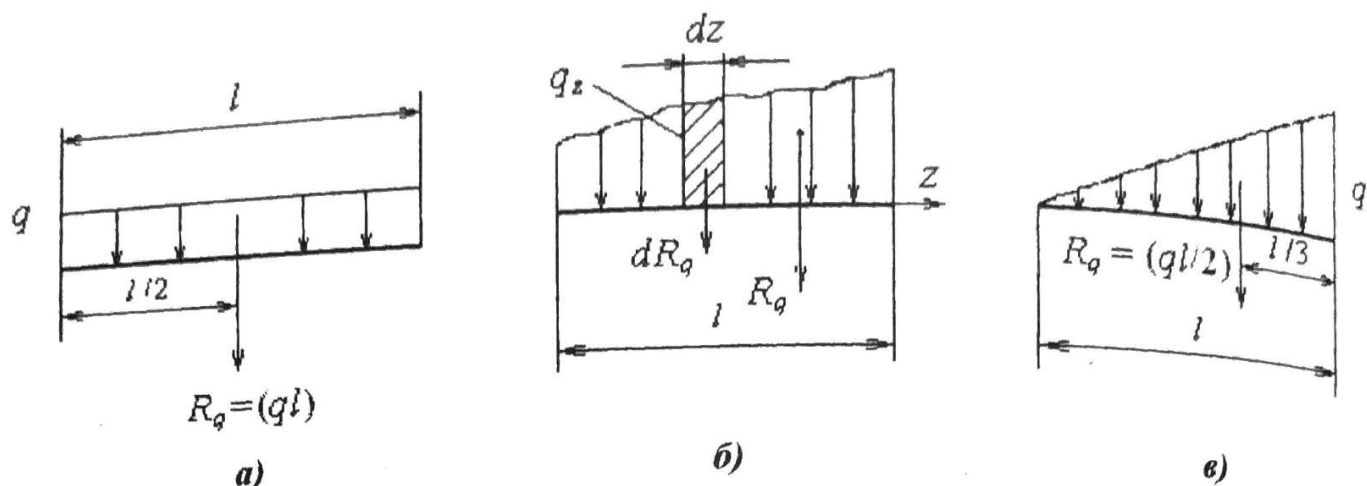


Рис. 1.4

Принимая во внимание, что $q_z dz = d\omega$ – элементарная площадь графика, изображающего распределенную нагрузку на рис. 1.4, б, выражение (1.1) можно записать по-другому:

$$R_q = \int_{\omega} d\omega = \omega. \quad (1.2)$$

Равнодействующая распределенной нагрузки вычисляется как площадь графика, показывающего эту нагрузку на расчетной схеме стержня, и прикладывается в центре тяжести площади: в середине прямоугольника (рис. 1.4, а) и на расстоянии $1/3 l$ от основания треугольника (рис. 1.4, в).

1.3. ПОНЯТИЕ О ДЕФОРМАЦИЯХ И ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ В ТОЧКЕ

На рис. 1.5, а показан стержень, нагруженный уравновешенной системой сил F_i . Около точки внутри стержня выделим элементарную частицу в виде параллелепипеда; покажем оси координат z, y, x и размеры частицы (рис. 1.5, б).

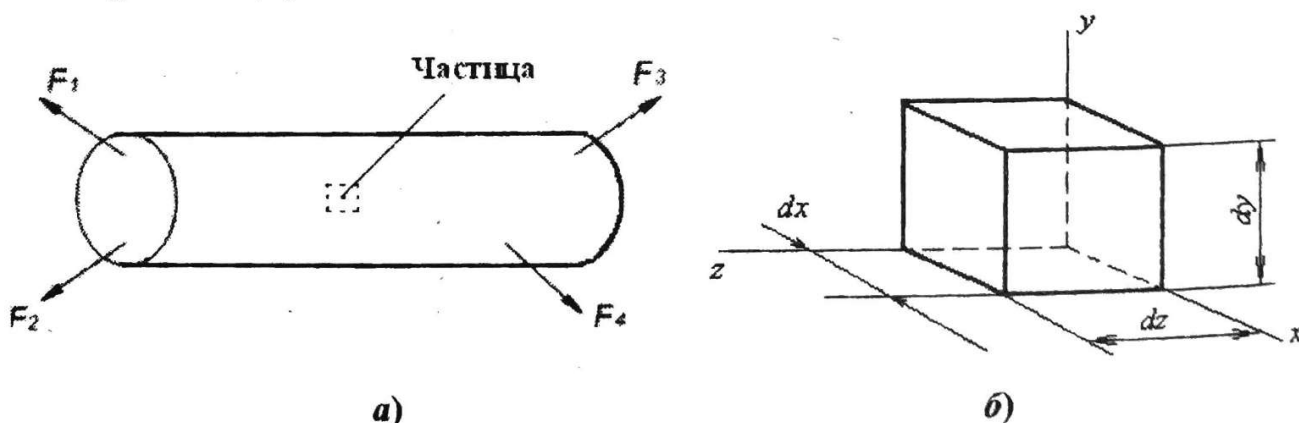


Рис. 1.5

Под нагрузкой частица деформируется, изменяя свои размеры и форму. Будем различать линейные и угловые деформации. Для упрощения